الدرس العملي الثاني عشر

تقدير الكلوريد في مستخلص التربة

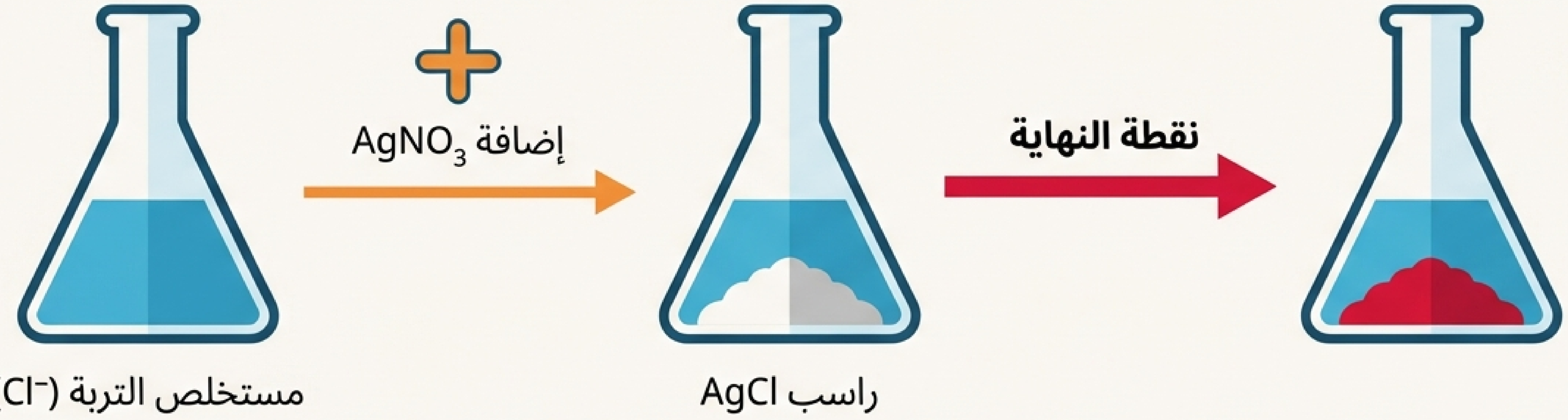
الكشف عن الأسرار الخفية للتربة باستخدام طريقة مور (Mohr’s Method)



كلية الزراعة - جامعة الأزهر | قسم الأراضي والمياه | مقرر: مبادئ علوم الأراضي

الفكرة الأساسية: المعايرة بالترسيب

يُقدر أيون الكلوريد (Cl^-) في مستخلص التربة عن طريق معايرته بمحلول معلوم التركيز من **نترات الفضة** ($AgNO_3$).
تعتمد الطريقة على تكوين راسب شحيح الذوبان. **عند انتهاء التفاعل الأساسي، يتغيّر** لون المحلول فجأة بوأثلبيل
يتغيّر لون المحلول فجأة بوجود دليل كيميائي هو **كرومات البوتاسيوم** (K_2CrO_4)، معلناً الوصول إلى **نقطة النهاية**.
تعرف هذه الطريقة الكلاسيكية بـ **طريقة مور** (Mohr's Method).



المحاليل المطلوبة

لإجراء هذه التجربة بنجاح، نحتاج إلى محلولين أساسيين:



1. محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) القياسي

* **التركيز:** 0.01 عياري.
* **الدور:** هو المحلول المُعايِر الذي يتفاعل مع الكلوريد.



2. دليل كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4)

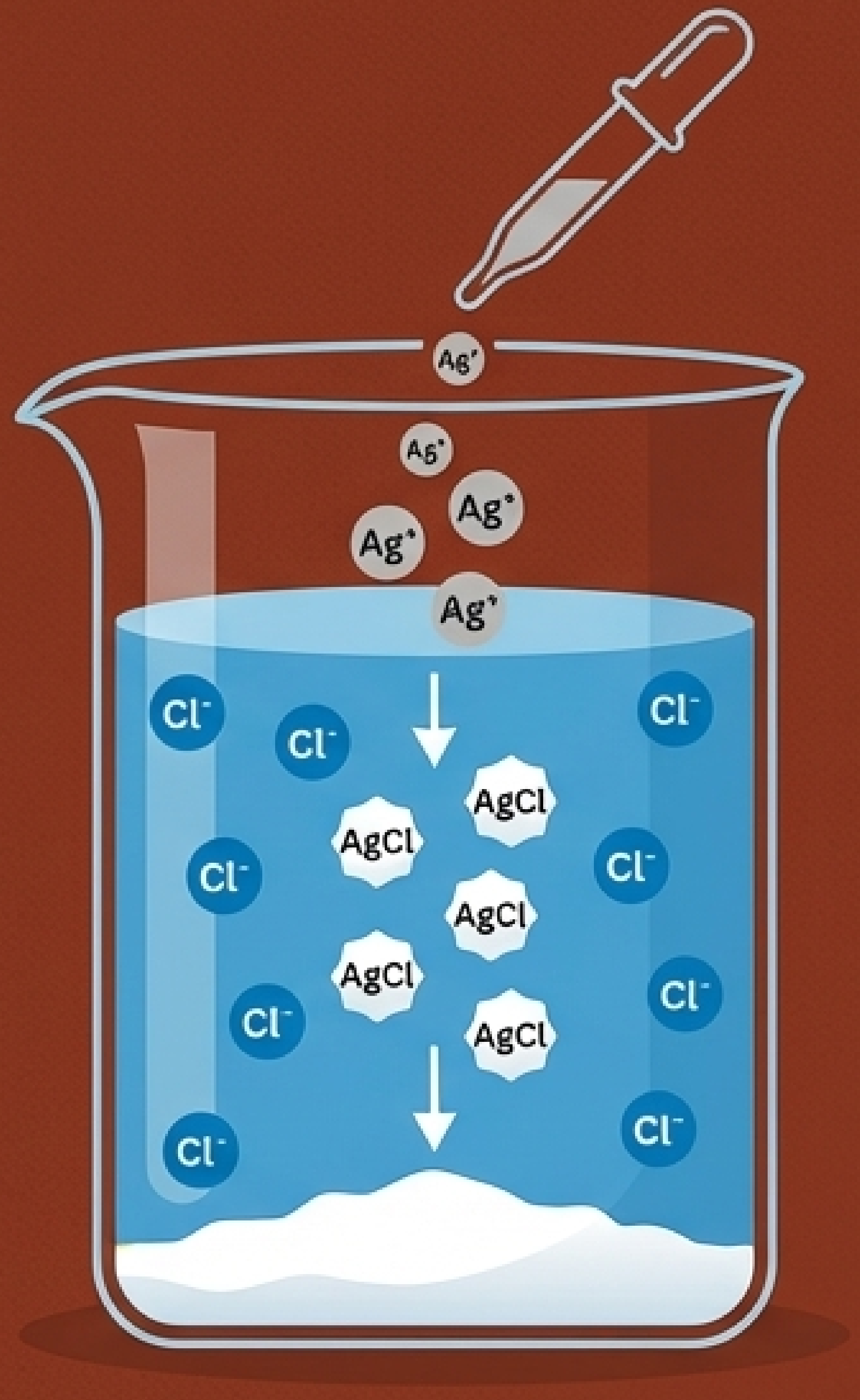
* **الدور:** كاشف لوني يحدّد نقطة نهاية المعايرة بدقة.

التفاعلات الكيميائية (1): ترسيب الكلوريد

هذا هو التفاعل الرئيسي الذ يحدث خلال الجزء الأكبر من عملية المعايرة. بمجرد إضافة نترات الفضة إلى مستخلص التربة، تتفاعل أيونات الفضة (Ag^+) مع تعريد أيونات الفضة (Ag) فوراً مع أيونات الكلوريد (Cl^-) الموجودة في العينة. يستمر هذا التفاعل حتى يتم استهلاك جميع أيونات الكلوريد.

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

*الناتج: يتكون **كلوريد الفضة (AgCl)**، وهو راسب أبيض اللون وغير قابل للذوبان في الماء.*

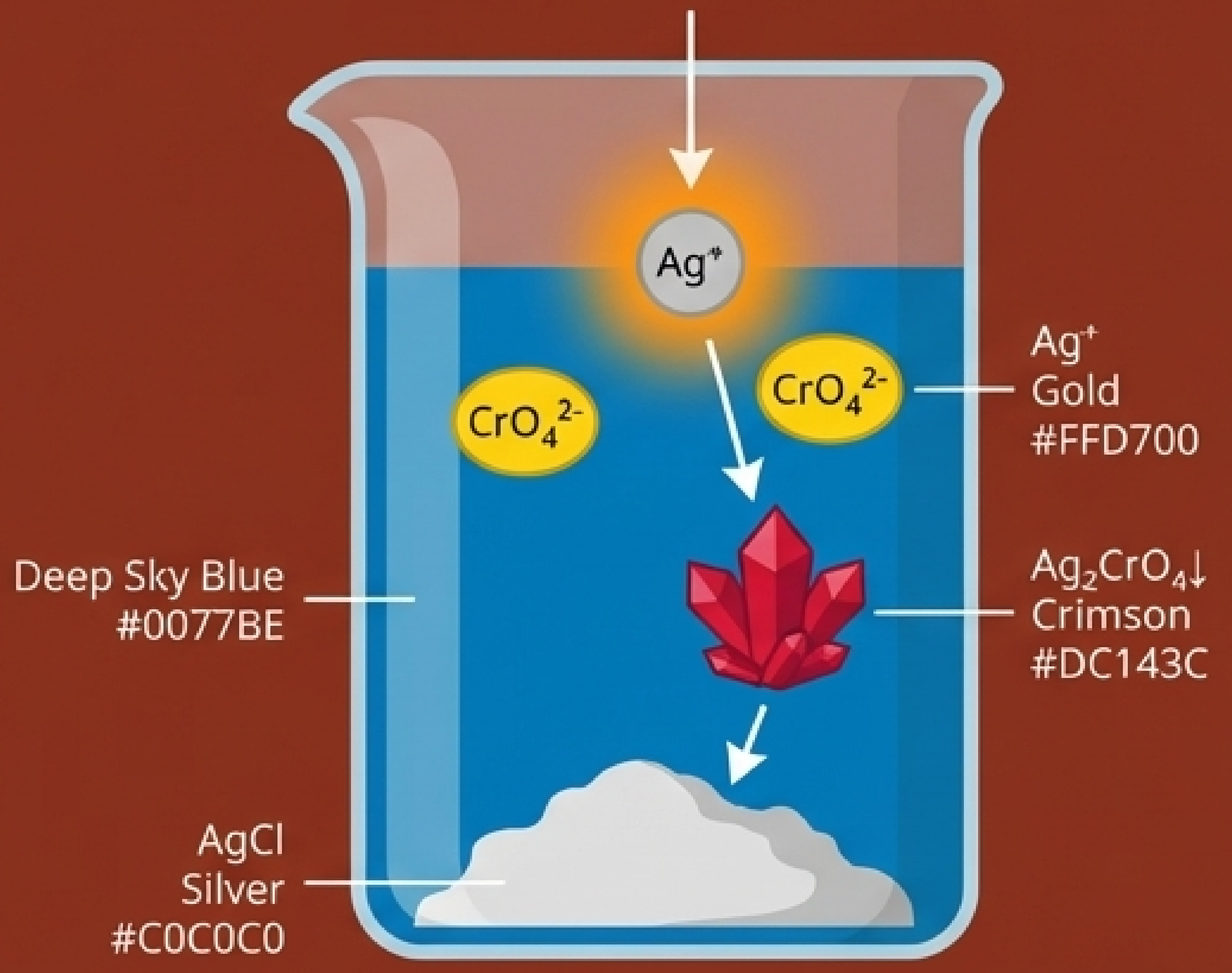


التفاعلات الكيميائية (2): تفاعل نقطة النهاية

بعد أن تترسب كل أيونات الكلوريد، فإن أول **قطرة زائدة** من نترات الفضة تبحث عن شيء آخر تتفاعل معه. **هنا** يأتي **دور دليل كرومات البوتاسيوم. ظهور هذا اللون الأحمر** الذي لا يختفي بالرج هو الإشارة الدقيقة التي تخبرنا بأن المعايرة قد انتهت.

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 \longrightarrow Ag_2CrO_4\downarrow + 2KNO_3$$

*الناتج: يتكون راسب **كرومات الفضة (Ag_2CrO_4)**، وهو ذو لون **أحمر قرمزي**.



خطوات العمل (١): التحضير والقياس

1. تحضير المستخلص المائي:



* يُحضّر المستخلص المائي للتربة بنسبة 1:5 (1 جزء تربة إلى 5 أجزاء ماء مقطر)، كما تم توضيحه في تمرين سابق.

2. أخذ حجم العينة:



* بواسطة ماصة حجمية دقيقة، يؤخذ **25 مل** من الرائق (المستخلص المائي بعد الترشيح) وتوضع في دورق مخروطي سعة 250 مل.

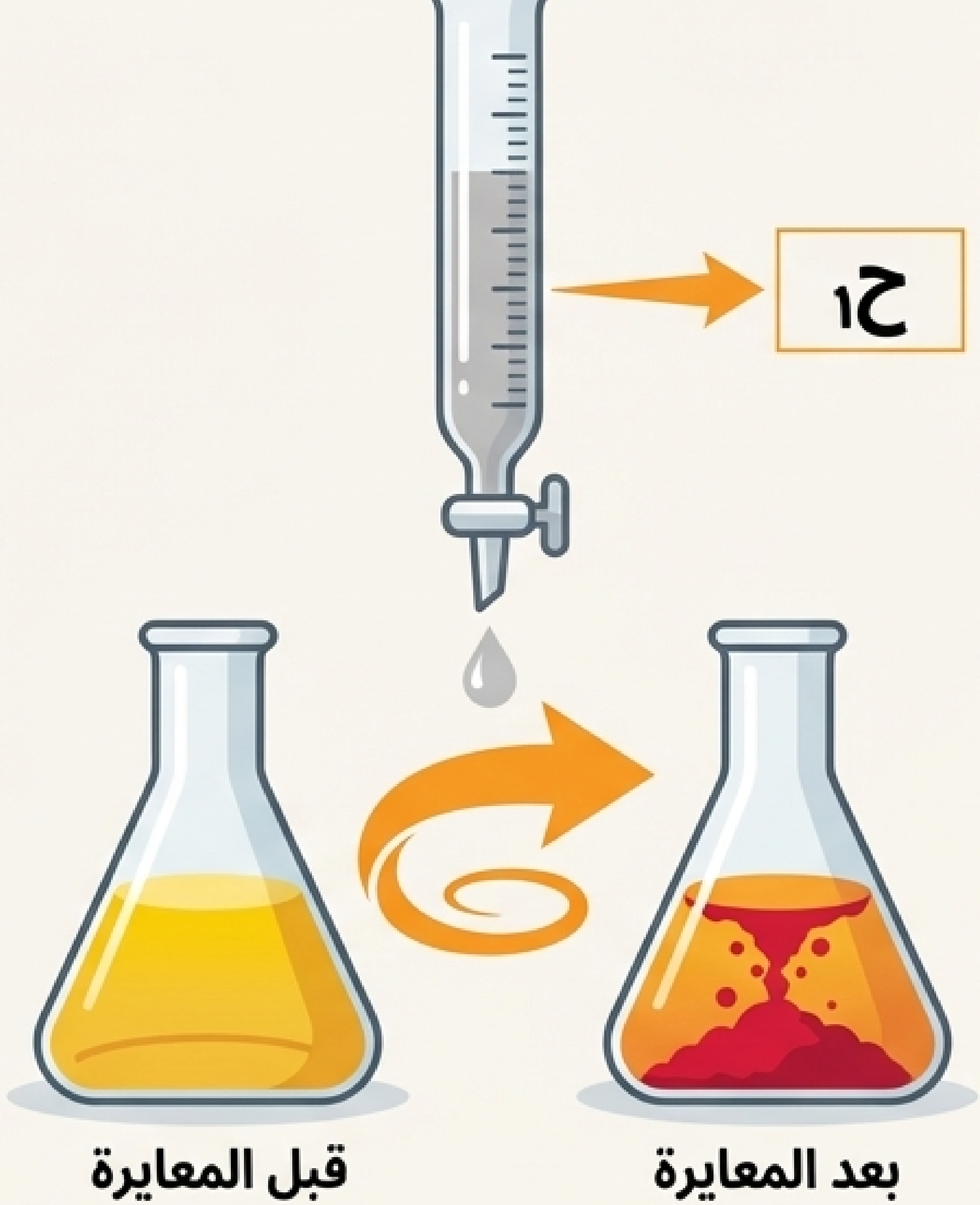
خطوات العمل (٢): إضافة الدليل والمعايرة

3. إضافة الدليل:

- يُضاف 2-3 نقاط من دليل كرومات البوتاسيوم إلى المستخلص في الدورق. ستلاحظ أن لون المحلول يصبح **أصفر** باهت.

4. بدء المعايرة:

- تُملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة القياسي (0.01 ع).
- يُنقط من السحاحة ببطء في الدورق مع الرج الدائري المستمر.
- تُوقف الإضافة فور ظهور أول لون **أحمر قرمزي** ثابت لا يزول مع الرج.
- تُسجّل كمية نترات الفضة المستخدمة بدقة. هذه القراءة هي (**$ح_1$**).

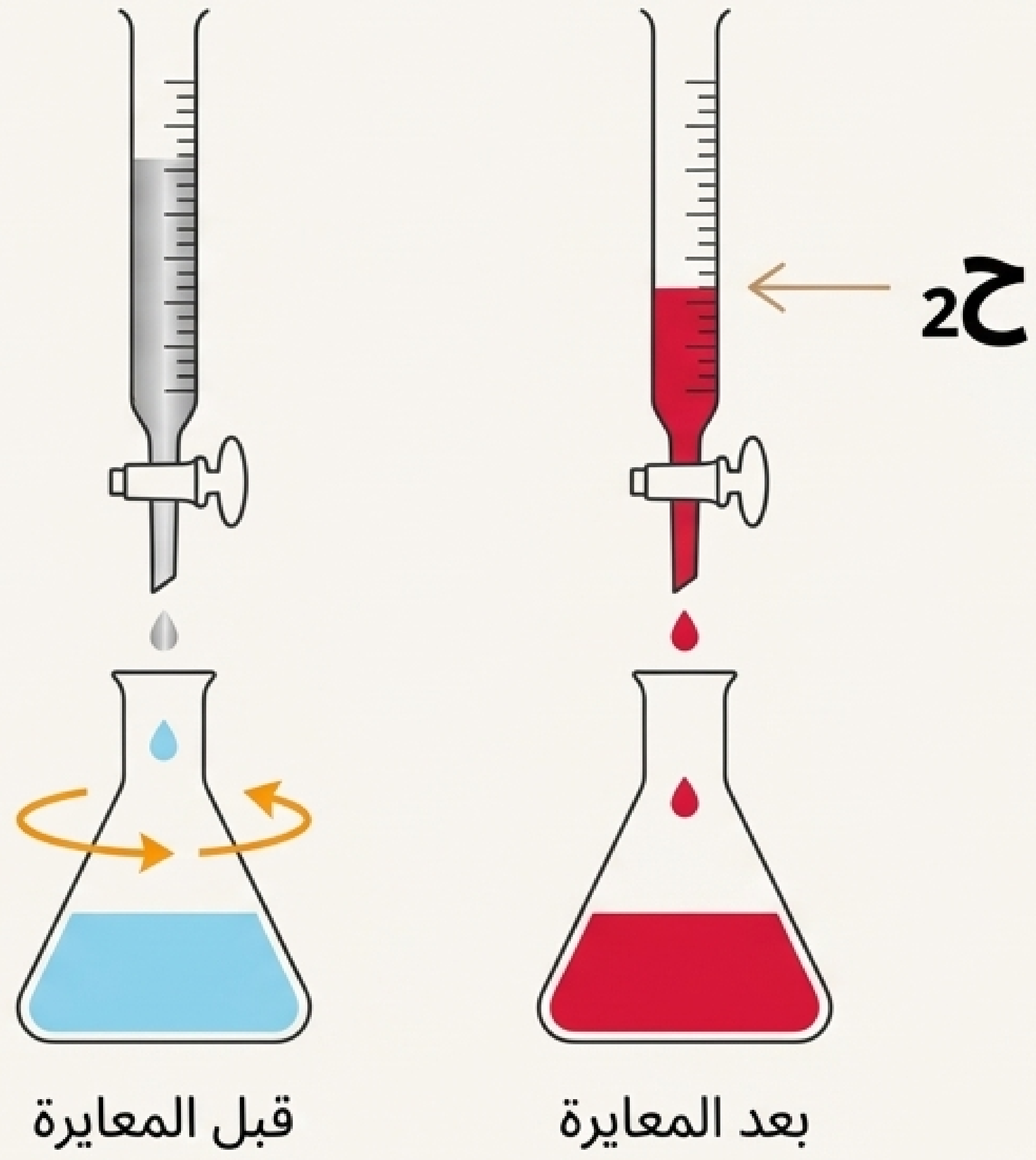


خطوات العمل (٣): العينة الضابطة (Blank)

5. إجراء المعايرة الضابطة:

- لزيادة دقة النتائج، يجب إجراء معايرة ضابطة.
- تُكرر الخطوات السابقة (2 و 3) بالكامل، ولكن باستخدام **25 مل من الماء المقطر** بدلاً من مستخلص التربة.
- تُسجّل كمية نترات الفضة اللازمة للوصول إلى اللون الأحمر القرمزي. هذه القراءة هي **($ح_2$)**.

ملاحظة هامة: تُجرى هذه الخطوة لتصحيح الخطأ الناتج عن قابلية ذوبان كرومات الفضة. القيمة (ح) تمثل حجم نترات الفضة الذي يستهلكه الدليل نفسه لتغيير لونه.



الحسابات: ترجمة النتائج إلى أرقام

لحساب النسبة المئوية للكلوريد في عينة التربة الأصلية, نستخدم القانون التالي:

$$\text{النسبة المئوية للكلوريد } (\%) = \frac{[(\text{ح}_1 - \text{ح}_2) \times \text{عيارية نترات الفضة} \times 0.0355 \times 250]}{[50]} \times 100$$

شرح مكونات القانون:

- **(ح_1 – ح_2):** الحجم الصافي لنترات الفضة الذي تفاعل مع الكلوريد فقط (مل).
- **عيارية نترات الفضة:** تركيز المحلول القياسي (مثلاً، 0.01).
- **0.0355:** الوزن المكافئ الجرامي لأيون الكلوريد (جم/مكافئ).
- **250:** حجم المستخلص الكلي (مل).
- **50:** وزن عينة التربة الأصلية المستخدمة في التحضير (جم).

تمرين عملي: تطبيق القانون

المعطيات:

أجريت تجربة لتقدير الكلوريد في عينة تربة وكانت النتائج كالتالي:

- حجم نترات الفضة المستهلك لمعايرة العينة **($ح_1$): 8.5 مل**
- حجم نترات الفضة المستهلك لمعايرة العينة الضابطة **($ح_2$): 0.5 مل**
- تركيز محلول نترات الفضة القياسي: **0.01 عياري**
- وزن عينة التربة المستخدمة: **50 جم**
- حجم المستخلص المحضر: **250 مل**

المطلوب: احسب النسبة المئوية للكلوريد (Cl%) في عينة التربة.

؟

حل التمرين: خطوة بخطوة

1. حساب الحجم الصافي (ح$_1$ - ح$_2$):

8.5 مل - 0.5 مل = **8.0 مل**

2. التعويض في القانون الرئيسي:

% الكلوريد = [50] / 100 (**8.0**) × (0.01) × 0.0355 × 250]

3. إجراء العمليات الحسابية:

% الكلوريد = [50] / [0.71]

% الكلوريد = 100 × 0.0142

النتيجة النهائية:

% الكلوريد = 1.42 %

#ملخص الدرس وأهم النقاط

- **الهدف:** تقدير الكلوريد في التربة باستخدام **طريقة مور**، وهي طريقة معايرة بالترسيب.
- **التفاعل الرئيسي:** $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow$ (راسب أبيض).
- **نقطة النهاية:** تُحدّد بتفاعل أول زيادة من Ag^+ مع دليل K_2CrO_4 ليتكون $Ag_2CrO_4\downarrow$ $Ag_2CrO_4\downarrow$ (راسب أحمر قرمزي).
- **الدقة:** العينة الضابطة (Blank) ضرورية لإلغاء حجم المُعاير الذي يستهلكه الدليل.
- **النتيجة:** يتم حساب النسبة المئوية النهائية للكلوريد باستخدام معادلة رياضية تأخذ في الاعتبار جميع متغيرات التجربة.